BIM技术助力既有建筑改造项目提质增效

王丰碑　黄　鹏

（机械工业第六设计研究院有限公司，郑州　450007）

【摘　要】对既有建筑存在原有竣工数据资料缺失而影响项目改造的问题进行了研究，介绍了基于三维激光扫描的逆向工程技术、点云数据处理技术与BIM技术相结合，解决了上述问题并应用于项目设计与施工过程中，提高了设计方案的可行性，以及为既有建筑机电安装优化和净高控制提供了有效的解决手段。

【关键词】BIM技术；既有建筑；逆向工程；拆改量化；净高控制
【中图分类号】TU17　【文献标识码】A　【文章编号】1674－7461(2017)04－0037－04
【DOI】10.16670/j.cnki.cn11－5823/tu.2017.04.07

1　引言

住房和城乡建设部在印发的《建筑业信息化发展纲要》中指出，“十二五”期间，加快建筑信息模型（BIM）、基于网络的协同工作等新技术在工程中的应用，探索研究基于BIM技术的三维设计技术，提高参数化、可视化和性能化设计能力，并为设计施工一体化提供技术支撑。在施工阶段开展BIM技术的研究与应用，推进BIM技术从设计阶段向施工阶段的应用延伸，降低信息传递过程中的衰减[1]。“十三五”时期，全面提高建筑业信息化水平，着力增强BIM、大数据、智能化、移动通讯、云计算、物联网等信息技术集成应用能力，推进基于BIM的建筑工程设计、生产、运输、装配及全生命期管理，促进工业化建造[2]。

2　项目概况

国家烟草质量监督检验中心科研实验中心建设项目，位于郑州市高新技术开发区国家863中部软件产业基地威科姆园区内，本项目属于既有建筑改造，建设内容是将原有办公楼和厂房改造为以检测检验为主的科研实验中心，如图1所示。项目总建筑面积21 253m²，其中改造面积19 852m²，总投资2.95亿元。现有的实验室及工作场地已经严重制约了质检中心的发展，为适应行业发展、维护国家利益和消费者利益，进一步提高测试水平，增强烟草行业参与国际竞争的能力需要，质检中心科研实验楼购置及改造项目就显得非常必要，意义深远。

项目以建成国内一流、国际先进的烟草检验和管制实验室为总体目标，对建设质量和建成后的可维护性都提出了高标准的要求。通过BIM技术进行精细化设计，精益化管理，解决既有建筑改造所面临的受限条件多、实施难度大等问题，保证项目建设质量目标的实现，并最终建成科研实验中心数字化模型，为可视化运维管理奠定数据基础。



图1　国家烟草质检建设项目

【作者简介】　王丰碑（1986－），男，工程师，BIM项目经理。主要从事BIM技术的应用实施工作。

3 BIM 技术应用实施

3.1 逆向工程及点云处理

本项目为既有建筑改造工程,项目自 2006 年投入使用至今,存档的原有竣工资料缺失严重,仅有的图纸资料与工程现状出入较大,这些问题的存在,给设计人员在规定时间内复原准确的建筑数据信息带来了巨大的困难,无法满足精细化设计的要求。为此,采用了基于三维激光扫描的逆向工程技术对现场建筑进行数据采集,并通过 BIM 技术还原创建为建筑信息模型。

三维激光扫描技术是测绘领域继 GPS 技术之后的一次技术革命,它突破了传统的单点测量方法,可以快速扫描被测物体,不需反射棱镜即可直接获得高精度的三维点云扫描数据,这样可以高效地对真实世界进行三维数字建筑信息模型创建和虚拟重现,能够快速、精确且可靠地完成距离尺寸、面积和体积的计算、分析和检测任务以及数字化建档工作,具有独特优势[3-4]。

在项目设计前期,采用基于三维激光扫描的逆向工程技术对园区各建筑物外立面、园区及周边道路设施进行了激光扫描和点云数据采集,并采用 Scene 点云处理软件对获取的点云数据进行位置信息合并,通过 EdgeWise 软件将点云数据提取,处理转换并创建三维信息模型,最后导入到 Revit 三维设计平台,形成原有建筑精确尺寸的 BIM 模型作为设计依据,如图 2 所示。从数据采集到模型整合处理仅花费 8 天时间,极大地缩短了原始数据还原的时间,且为初步设计提供了完整的现场数据资料,保证了初步设计所需数据的准确性。

3.2 拆改量化分析

在进行建筑物内部土建拆改时,量化分析工程量这一环节必不可少[5]。5 号楼一层原设计为商业网点,层高 4.5m,二至十层原设计为住宅,层高 3.6m。原设计采用大空间小隔断的布局方式,满足了当时的应用需求。现阶段对 5 号楼整体进行结构加固改造,根据功能的变化对一层空间布局也提出了新的需求,现阶段规划的一层设计为大厅、值班室、BAC 文库、BAC 文库物料间、BAC 文库、UPS 电源室、BAC 文库前处理、信息中心机房、控制室、备品备件库、卫生间、楼梯间、电梯厅。

和原设计对比,增加比较多的功能房间,原有建筑内隔墙除了电梯井、楼梯间、水暖电井保留以外,几乎全部拆除,拆除旧墙面积和新建墙体面积工程量较大。针对项目拆改范围大,拆改量统计工作量大、准确性差的问题,对原有建筑模型与改造后模型拆改部位进行核对和拆改类型标定,并利用二次开发的数据统计模块,实现拆改工程量快速统计与计算,提高了数据的准确性,达到工程预算精细化管理的目的,如图 3 所示。

同时拆改过程中的安全管理工作要时刻提高警惕,利用 BIM 模型进行可视化的项目安全管理,明确危险的预留洞口不能靠近、临电设施不能胡乱操作、危险源或者材料堆放区不能逗留等方面,可以在施工前形象地对项目各方参与人员起到警示和教育的作用,避免安全事故。

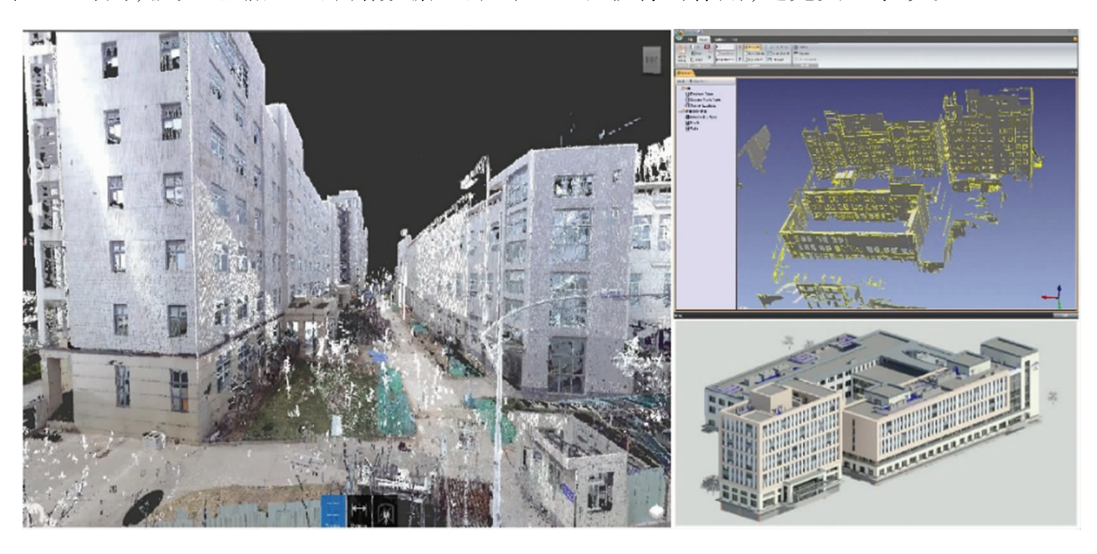
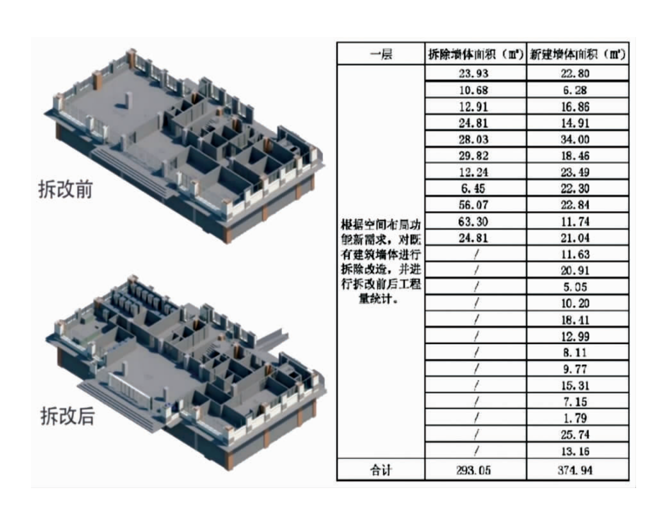


图 2 三维激光扫描及点云处理



一层	拆除墙体面积（m²）	新建墙体面积（m²）
根据空间布局功能新需求，对既有建筑墙体进行拆除改造，并进行拆改前后工程量统计。	23.93	22.80
	10.68	6.28
	12.91	16.86
	24.81	14.91
	28.03	34.00
	29.82	18.46
	12.24	23.49
	6.45	22.30
	56.07	22.84
	63.30	11.74
	24.81	21.04
	/	11.63
	/	20.91
	/	5.05
	/	10.20
	/	18.41
	/	12.99
	/	8.11
	/	9.77
	/	15.31
	/	7.15
	/	1.79
	/	25.74
	/	13.16
合计	293.05	374.94

图 3　拆改量化分析

3.3　机电安装深化及净高控制

利用 BIM 技术结合施工工艺，进行施工图的三维深化设计，从常规功能区和实验室工艺区两方面进行综合管线优化，提高施工图设计质量[6-7]。

对于常规功能区如办公室、走廊、站房等房间，按照业主的净空需求和装修效果进行各区域的综合管线深化设计，及时反馈可行性优化结果。根据确定的 BIM 综合管线设计，进行支吊架的详细设计，提前考虑好施工安装空间的充分利用。通过 BIM 模型获得的准确工程量统计，可以用于前期设计过程中的成本估算、在业主预算范围内不同设计方案的探索或者不同设计方案建造成本的比较。利用 BIM 综合管线设计图纸，能够在后期施工过程中在现场随时查看 BIM 图纸和模型，易于指导施工，及时解决现场施工问题，保证项目建设顺利开展。

对于实验室工艺区，除了公用机电管线，还需考虑大量的工艺管道空间布置，房间内存在酸性气体对各专业管道腐蚀的环境因素，以及业主后期对吊顶内隐蔽工程检修维护所需的操作空间要求等各类因素，综合进行所有管线的深化和优化设计，满足项目改造中关于实验室的使用要求，达到建设高水平实验室的目标。

本项目机电安装控制的重点，是在既有结构层高限制、梁柱加固、新增实验室工艺管道前提下，对有限空间内的机电管线进行精细化设计，以满足实验室恒温恒湿、洁净性能对净高的控制要求。

根据净高分析数据，机电设计充分利用了结构梁间及吊顶高差空间，采用管线路由调整、管线尺寸方案优化、钢结构提前预留洞口和冲突位置特殊处理等措施，应用自主开发的 BIM 机电专项深化设计工具对机电管线进行排布优化，对检修空间预留、支吊架安装形式和生根方式进行深化。最后通过 BIM 碰撞检测及调整优化，有效保证了各功能区净高要求，如图 4 所示。

机电管线深化设计模型完成后，对管道支吊架进行快速布置、编码和详图设计；对新建部分管道安装进行预留洞口自动生成和按类别快速标注；对机电管道工程量和支吊架用钢量进行精确统计，并采用平面图、剖面图、轴测图、支吊架布置图、支吊架详图等多种表达形式的综合管线设计图，指导现场安装，如图 5 所示。

质检中心6#楼三维综合管线梁下净高测量

序号	楼层	层高	位置	走廊最大梁	模型梁下净高	房间名称	实测梁下净高
1	1F	4.5	轴B~C与轴1-6~1-7	300x700（梁加固）	3.72	磁共振实验室与消防安防监控室 走廊 吊顶2.8	3.77
2	2F	3.6	轴B~C与轴1-2	300x700（梁加固）	2.82	储藏间 电梯井东侧	2.86
3	2F		轴B~C与轴1-5	300x700（梁加固）	2.82	配电间与磁共振实验室 走廊 吊顶2.5	2.86
4	2F		轴B~C与轴1-6~1-7	300x700	2.87	机房资料维护间与计算机房控制室 走廊	2.86
5	2F		轴A~C与轴11	300x700（梁加固）	2.82	卫生间 行政值班室东侧	2.86
6	2F		轴A~B与轴1-3和1-4	300x650（梁加固）	2.87	餐厅内及东侧 吊顶2.7	2.96
7	2F		轴C与轴1-9~1-10	300*750	2.82	连廊南 吊顶2.7	无外墙梁，距外墙0.5m处梁下净高
8	3F	3.6	轴B~C与轴1-2	300x700（梁加固）	2.82	茶水间东侧 吊顶2.7	2.84
9	3F		轴B~C与轴1-5	300x700（梁加固）	2.82	电视会议室 走廊 吊顶2.5	2.85
10	3F		轴B~C与轴1-6~1-7	300x700	2.87	走廊	2.81
11	3F		轴C与轴1-9~1-10	300x750	2.82	连廊南 吊顶2.7	无外墙梁，距外墙0.5m处梁下净高
12	4F	3.6	轴B~C与轴1-6~1-7	300x700	2.87	走廊北侧档案室 南侧办公室5与办公室6 走廊 吊顶2.5	2.85
13	4F		轴B~C与轴1-2	300x700	2.87	走廊	2.85
14	5F	3.6	轴B~C与轴1-11	300x700（梁加固）	2.82	卫生间东侧 走廊 吊顶2.5	2.84
15	5F		轴B~C与轴1-5	300x700	2.87	薄膜实验室 吊顶2.6	2.87
16	5F		轴A~C与轴1-6~1-7	300x700	2.87	走廊	2.86
17	5F		轴B~C与轴1-8	300x700	2.87	丝束实验室 吊顶2.6	2.86
18	6F	3.6	轴B~C与轴1-6~1-7	300x700	2.87	走廊南侧流动分析前处理室与烟叶分析前处理室 吊顶2.4	2.87
19	6F		轴A~B与轴1-5~1-6	250x550	3.02	流动分析前处理室 吊顶2.7	2.97
20	6F		轴1~C与轴1-10~1-11	300x600	2.99	卫生间北侧 吊顶2.7	2.93

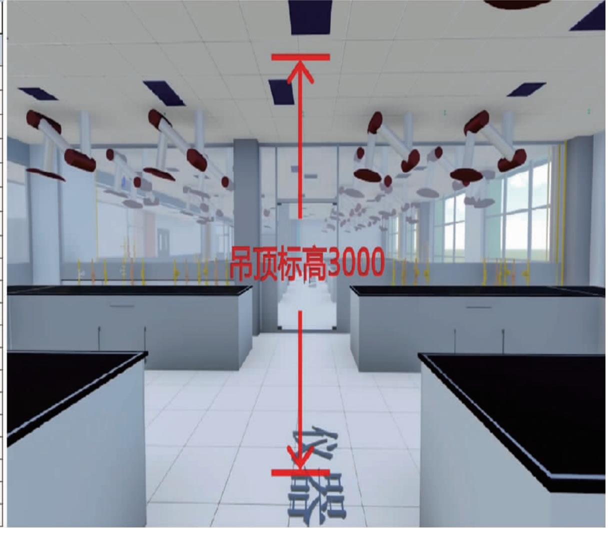


图 4　净高分析及控制

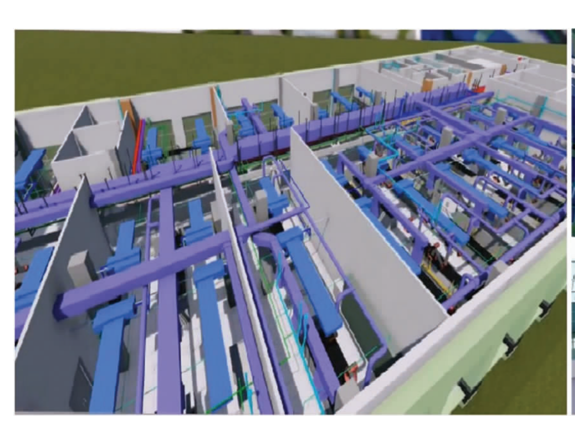



图 5 BIM 机电安装深化

4 总结

本项目通过将基于三维激光扫描的逆向工程、点云数据处理技术与 BIM 技术结合应用,解决了既有建筑改造项目普遍存在数据缺失的问题,提高了设计方案的可行性;而 BIM 技术本身所具有的可视化和空间协调的优势,为既有建筑机电安装优化和净高控制提供了有效的解决手段。随着未来改造项目逐渐增多,BIM、三维激光扫描、“互联网 +”移动端应用等技术将会得到更广泛的应用,并在提高项目管理和运维管理水平方面发挥更大的作用。

参考文献

[1] 住房和城乡建设部. 2011 ~2015 年建筑业信息化发展纲要,建质[2011]67 号.

[2] 住房和城乡建设部. 2016 ~2020 年建筑业信息化发展纲要,建质[2016]183 号.

[3] 陆道渊, 黄良,唐波,等. 三维激光扫描技术在世茂深坑酒店基础设计中的应用[J]. 结构工程师, 2016, 32(2): 159-164.

[4] 张亮. BIM 与机器人全站仪在场地地下管线施工中的综合应用[J]. 施工技术, 2016, 45(06): 27-31.

[5] 赵琰, 刘晓君. 既有居住建筑节能改造外部性及其量化研究[J]. 中国工程科学, 2014, 16(10): 100-105.

[6] 谢婷, 张晓玲,孙亦军,等. BIM 技术在机电管线综合深化设计中的应用[J]. 建筑技术, 2016, 47(8): 727-729.

[7] 李鹏, 白雪,李艳,等. BIM 技术在深化设计中的应用[J]. 施工技术, 2016(s1): 805-807.

BIM Technology Helps to Improve the Quality and Efficiency of Existing Building Renovation Projects

Wang Fengbei, Huang Peng

(*SIPPR Engineering Group Co., Ltd., Zhengzhou* 450007, *China*)

Abstract: This paper studies the problems existed in the existing buildings transformation due to the influences of lacking original completion data, and introduces the method of combining reverse engineering technology, point cloud data processing technology and BIM technology together based on 3D laser scanning, to solve the problems mentioned above. The application of the method in project design and construction process has improved the feasibility of the design, as well as provided an effective solution to optimize and control the height of electromechanical installation of existing buildings.

Key Words: BIM Technology; Existing Buildings; Reverse Engineering; Quantification of Demolition; Net Height Control